

# ALGAS

sistemática:  
antiga - REINO    nova - DOMÍNIO

procarióticas  
Algas }  
eucarióticas

*MONERA* → *PROKARYA*

*PROTISTA* → *EUKARYA*

Nas próximas aulas estudaremos:  
algas eucarióticas



organismos fotossintetizantes do Domínio *EUKARYA*

# Aonde ocorrem plastídeos no domínio Eukarya?

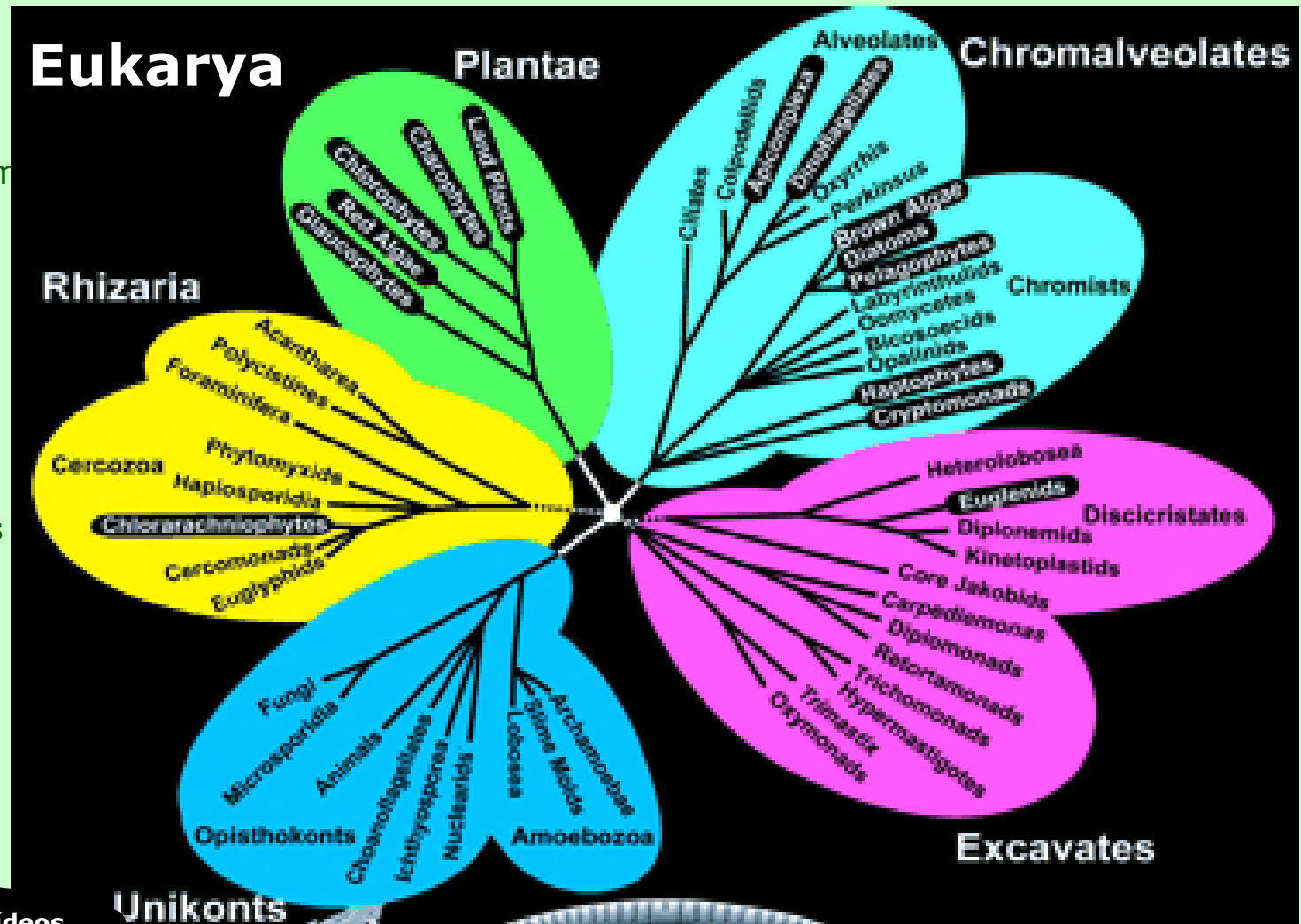
Divisão do Domínio Eukarya baseado em dados

- ✓ genéticos
- ✓ bioquímicos
- ✓ morfológicos

**Supergrupos:**

- **Plantae**
- **Chromalveolates**
- **Excavates**
- **Rhizaria**
- **Unikonts**

(em todos são encontrados microorganismos)



grupos que contém plastídeos

são vários os tipos de plastídeo: a organela fotossintética chama-se cloroplasto.

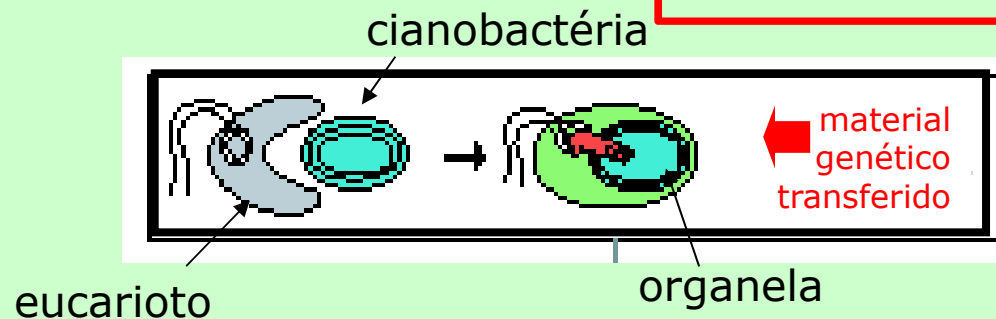
# PLANTAS E ALGAS

## EUCARIOTOS FOTOSSINTETISANTES **COM PLASTÍDEOS**

origem dos plastídeos:  
história evolutiva complexa envolvendo mais de  
um evento de endossimbiose

PRIMEIRO EVENTO:

**endossimbiose  
primária:**

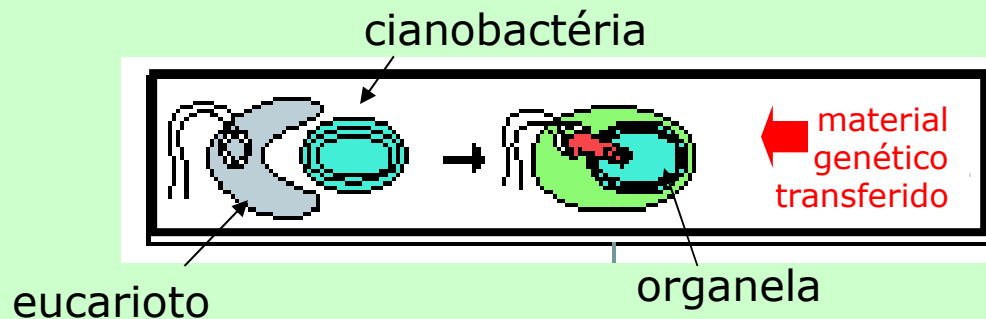


ocorrência da endossimbiose

- primária: única?!!!! (cianobactéria)
- secundária: três vezes (?)
- terciária: várias vezes

**ALGAS** – termo vulgar que se refere a um grupo de organismos, na sua maioria **aquáticos**, que contém **plastídeos contendo clorofila** mas que não têm necessariamente parentesco direto entre si.

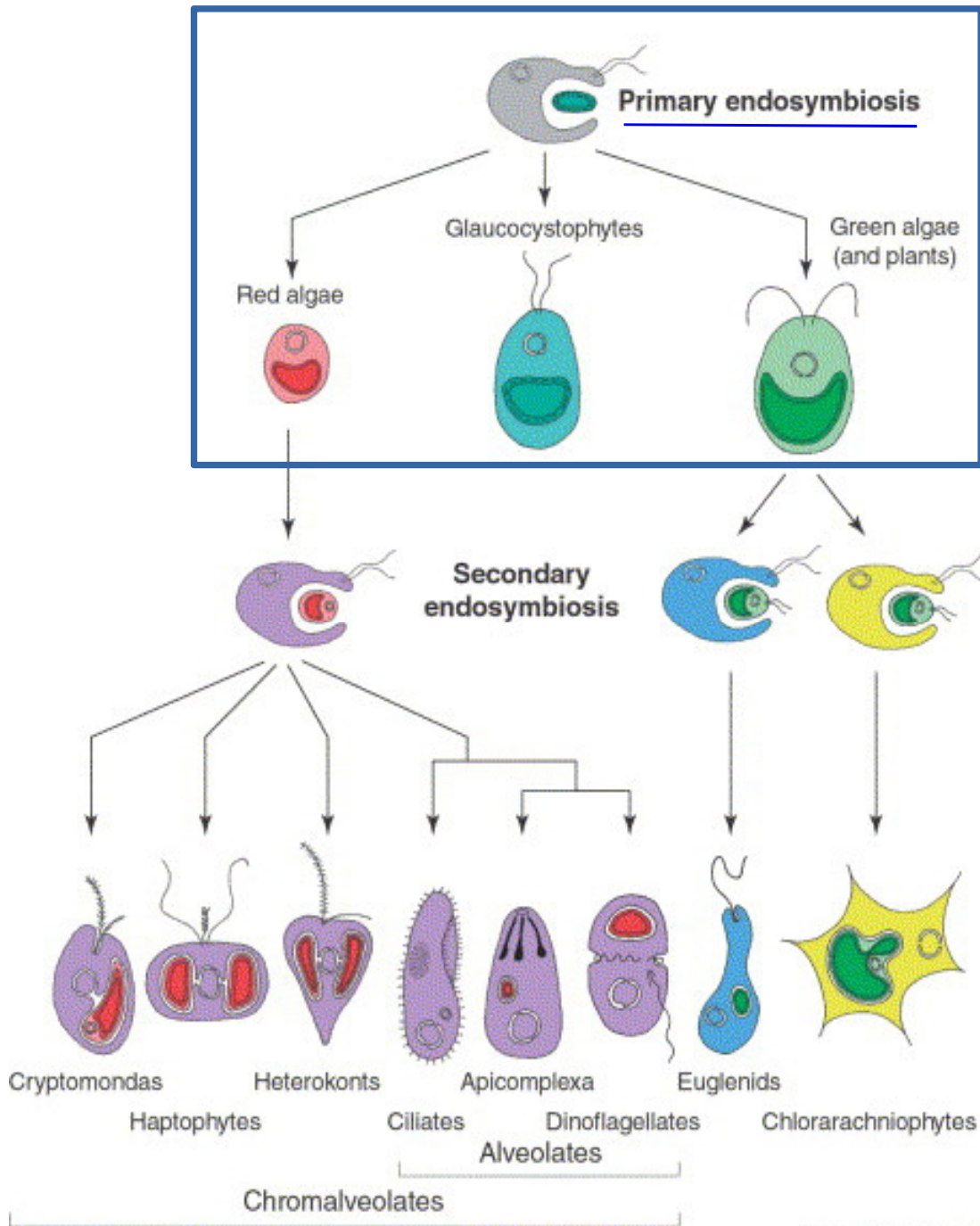
**endossimbiose primária:**



**Mereschkovsky, (1855-1921), foi quem sugeriu a teoria em 1905**

Grupos formados a partir da endossimbiose primária:

- *Glaucophytas*
- *Rodophytas*
- *Chlorophytas* — plantas



# Diversidade de organismos que contêm plastídeos

**simbiose primária:**

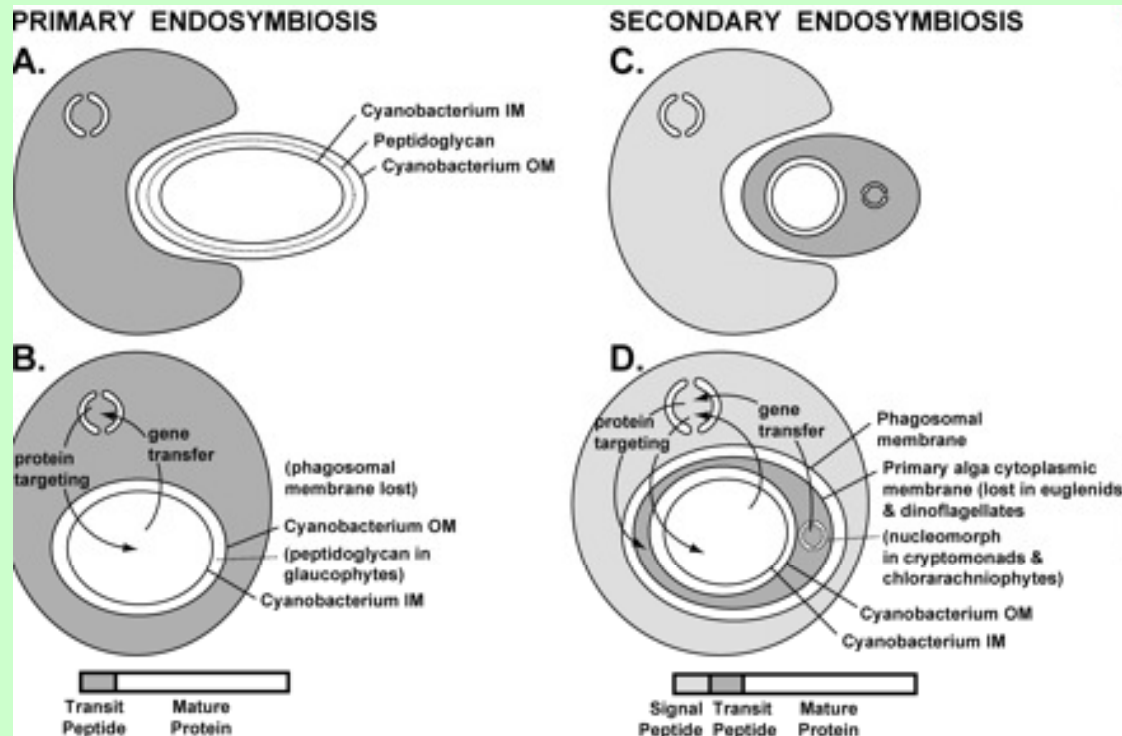
- **Plantae**



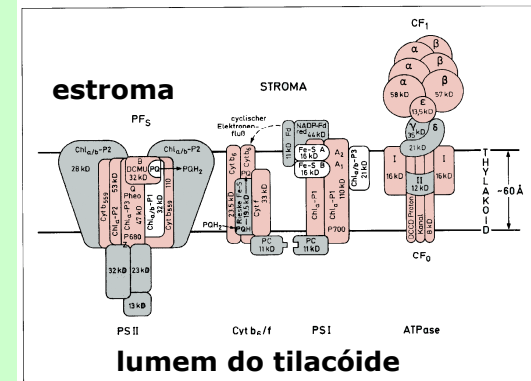
**simbiose secundária:**

- **Chromalveolates**
- **Excavates**
- **Rhizaria**

## Detalhando:



## Membrana do tilacóide (planta):



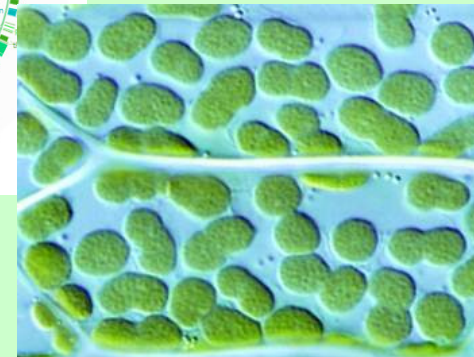
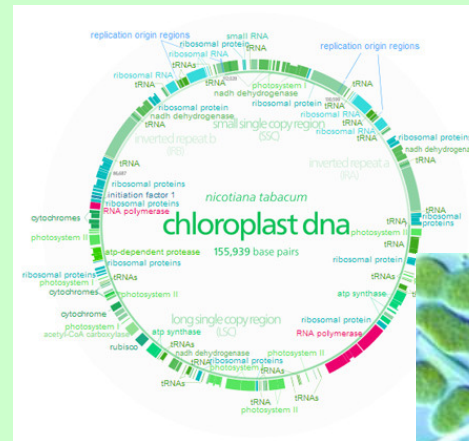
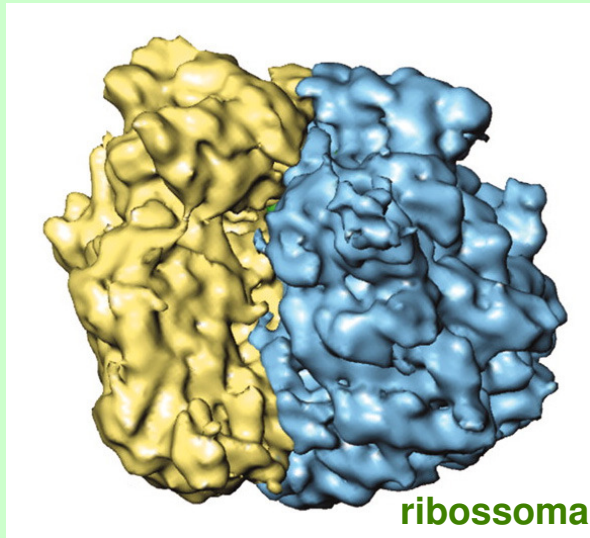
codificada no: **genoma do cloroplasto**  
genoma nuclear

Reparar no aumento do número de membranas que envolve o plastídeo.

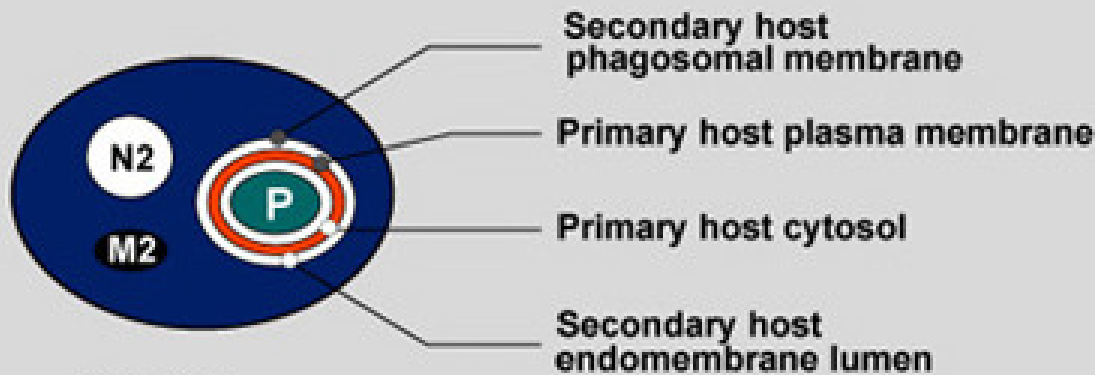
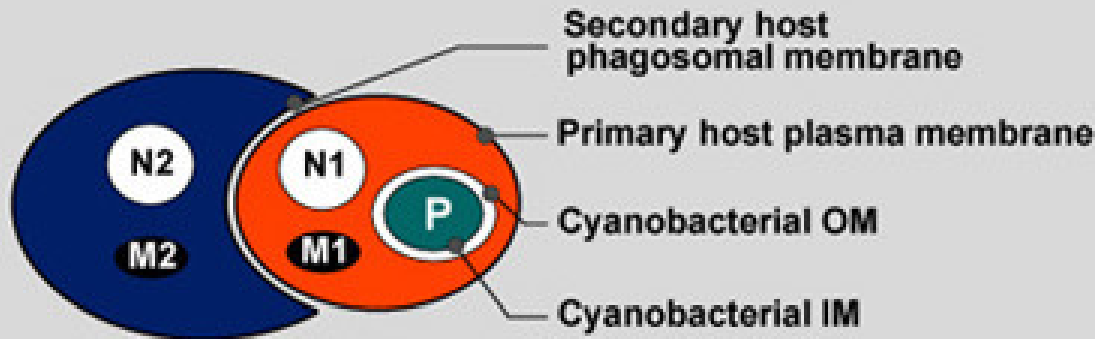
- Eucarioto se alimenta da cianobactéria mas esta não é digerida e torna-se um endossimbionte.
- O endossimbionte é reduzido, grande parte do seu genoma é incorporado ao genoma do eucarioto e este passa a ser uma organela (plastídeo).
- O eucarioto contendo o plastídeo é ingerido por outro eucarioto.
- O eucarioto ingerido é inicialmente um endossimbionte. Posteriormente este é parcialmente digerido sendo seu genoma incorporado ao genoma do hospedeiro. Seu plastídeo no entanto não é digerido.

# Particularidades da organela cloroplasto:

- membrana dupla
- DNA circular
- ribossomas próprios
- divisão binária, coordenada com a divisão celular



# Secondary Endosymbiosis—



N=nucleus  
M=mitochondrion  
P=plastid  
OM=outer membrane  
IM=inner membrane

Archibald & Keeling, 2003.



# Origem dos cloroplastos

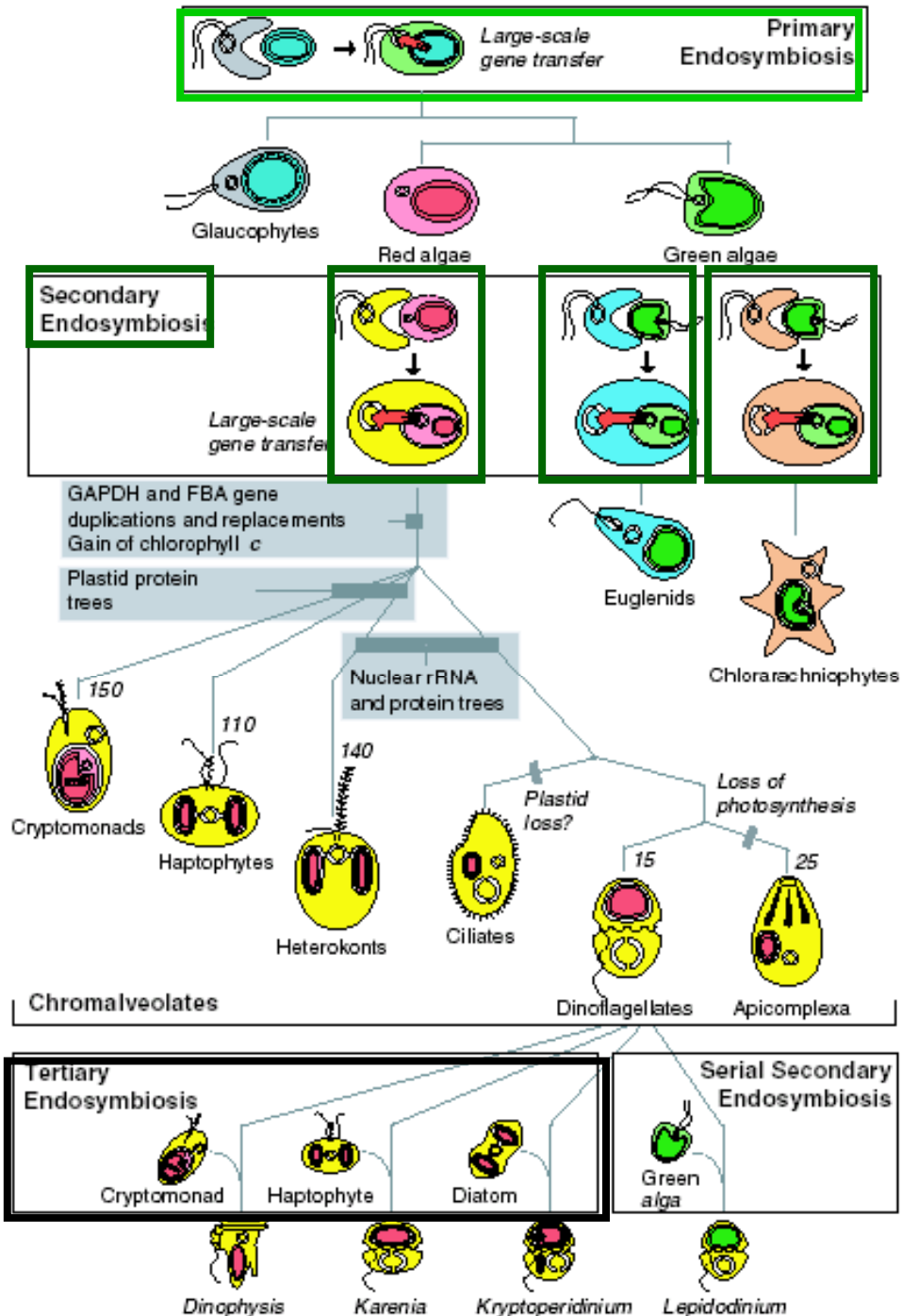
## Teoria da endossimbiose

endossimbiose:

- primária
- secundária
- terciária

 cianobactéria

Fonte: Keeling et al. (2004)  
Protist 155:3-7



## Vias biossintéticas do plastídeo:

- Fotossíntese! **E...**
- amino-ácidos aromáticos
- heme
- isoprenóides
- ácidos graxos



<http://www.seaslugforum.net/find/21032>

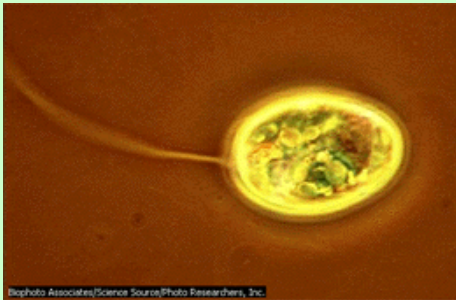
### Ilustração de incorporação de cloroplastos do alimento

*E. viridis* incorpora em suas células cloroplastos (cleptoplastos) obtidos de sua fonte de alimento. Estes cloroplastos permanecem funcionais por várias semanas. O dorso do animal é achatado para maximizar a captação de luz



# Filos de algas eucarióticas:

## EXCAVATES



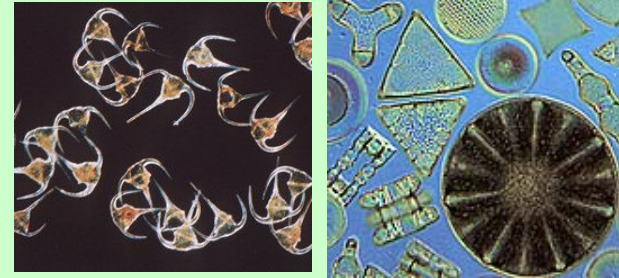
*Euglenophyta*

## CHROMALVEOLATES

### *Phaeophyta*



### *Bacillariophyta*



*Dinophyta*

## PLANTAE



*Rhodophyta*

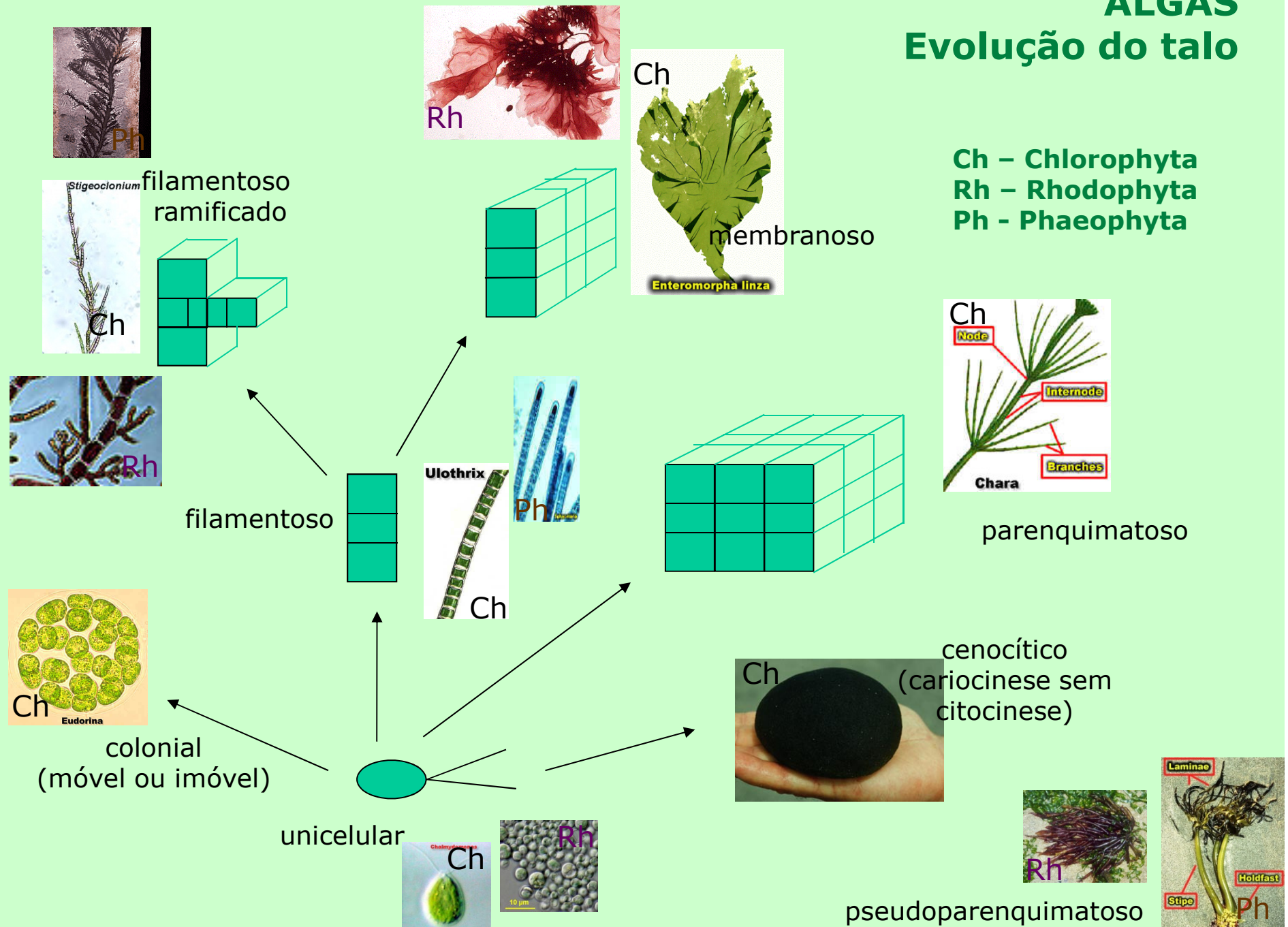


*Chlorophyta*  
dá origem às  
plantas  
terrestres

# ALGAS

## Evolução do talo

Ch – Chlorophyta  
Rh – Rhodophyta  
Ph - Phaeophyta



# Demonstração da dependência da morfologia do talo de fatores exógenos

## Chlorophyta



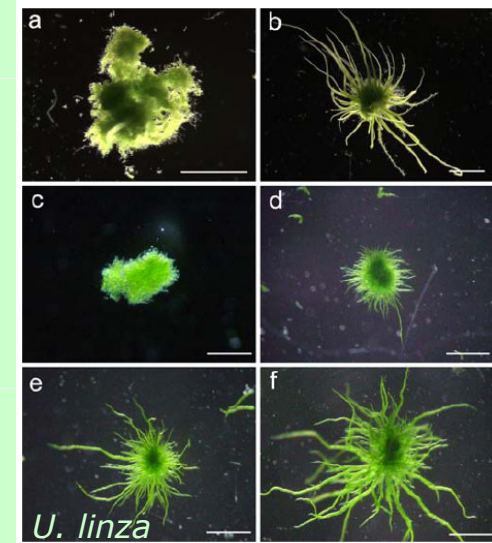
20 cepas de bactérias foram isoladas e 13 induziram mudanças morfológicas

A e C : axênica

B: não axênica

D, E e F: efeito da adição de cepas de bactérias diferentes às culturas

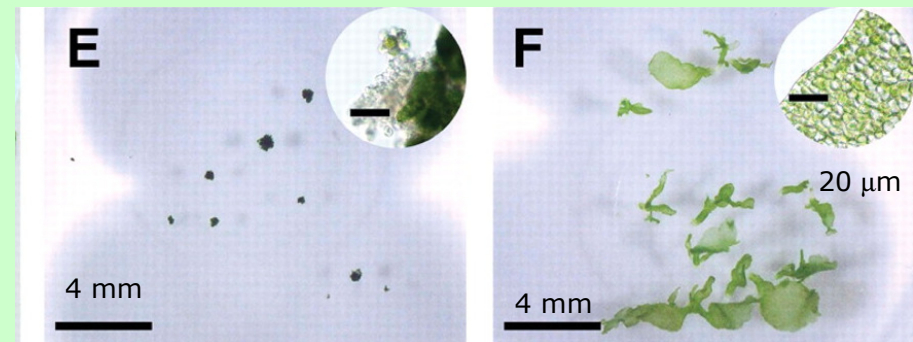
Marshall, 2005 *Micorbial Ecol*



Morfologia de *Ulva pertusa*

E cultivo em condições axênicas

F: efeito da adição de talusina à cultura (1 ng/ml)

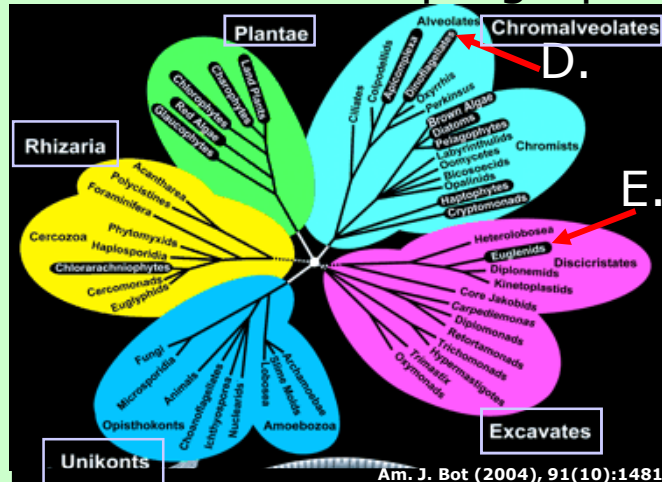


Matsuo Y. *Science* 2005

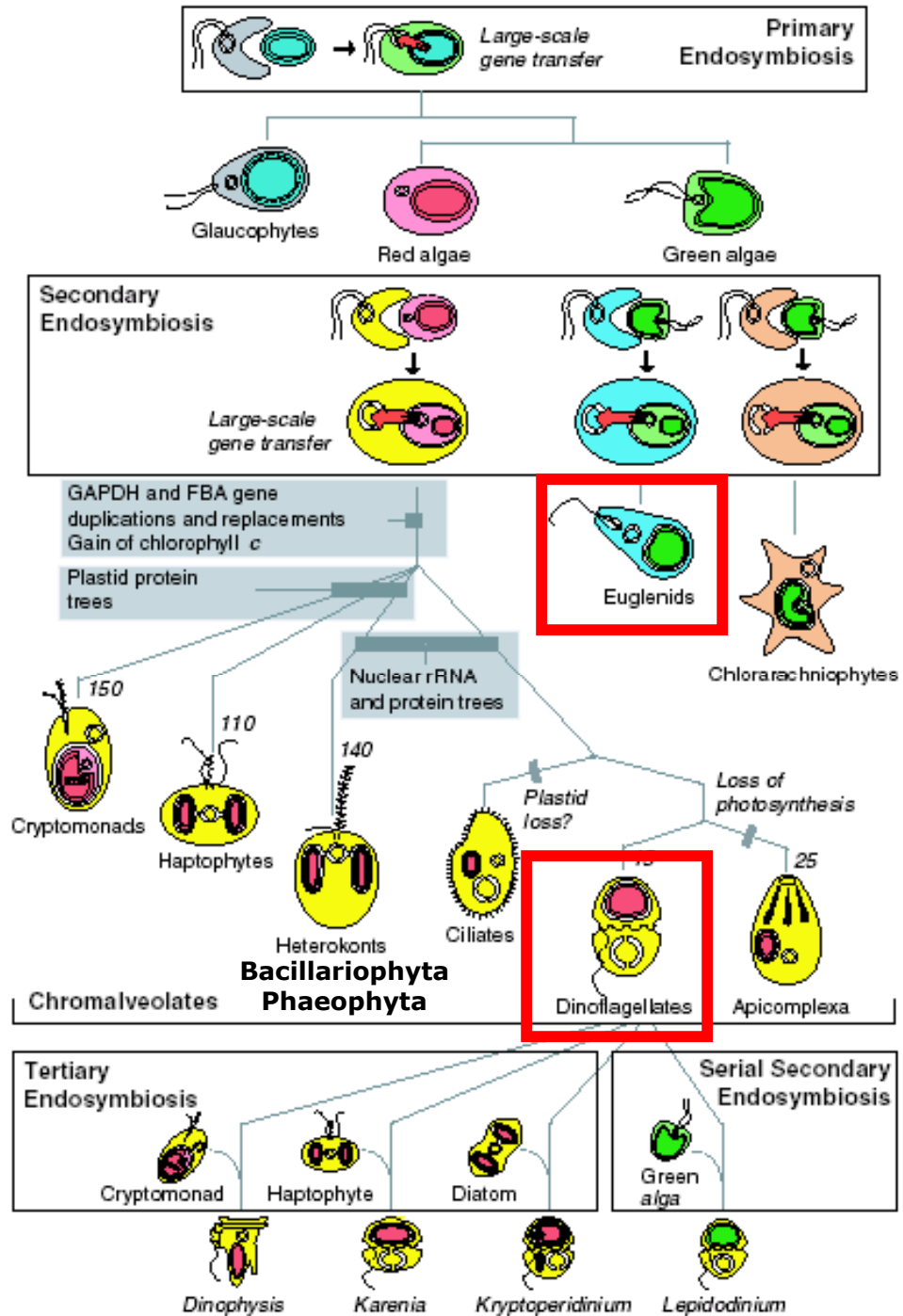
# Aula de hoje:

- *Euglenophyta*  
endosimbiose secundária de uma *Chlorophyta*
- *Dinophyta*  
endosimbiose secundária de uma *Rhodophyta*

Domínio: Eukarya  
dividido em 5 Supergrupos



grupos que contém plastídeos



## Filo *Euglenophyta*



**coleta de campo em qualquer área úmida contém euglenas**

- cosmopolitas
- grupo monofilético
- primeiras euglenófitas faziam fagocitose (evolução a partir de tripanossomatídeos)
- cerca de metade das espécies contém cloroplastos, outras são heterotróficas ou parasitas
- 1400 espécies divididas entre cerca de 50 gêneros (fonte: Tree of Life)
- unicelulares

- ocorrem principalmente em água doce rica em nutrientes
- muitas dependem de nutrientes orgânicos no meio
  
- formam florações (alta concentração de indivíduos alterando a coloração da água)
- as florações não são tóxicas

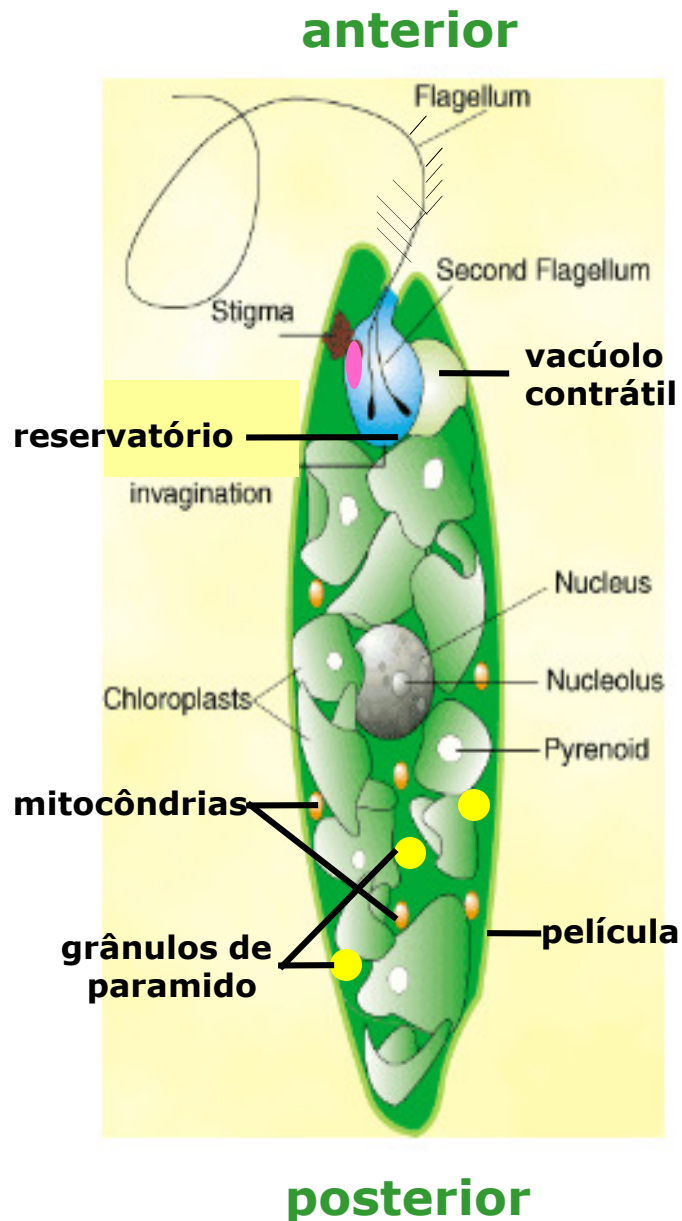


**Filo *Euglenophyta***



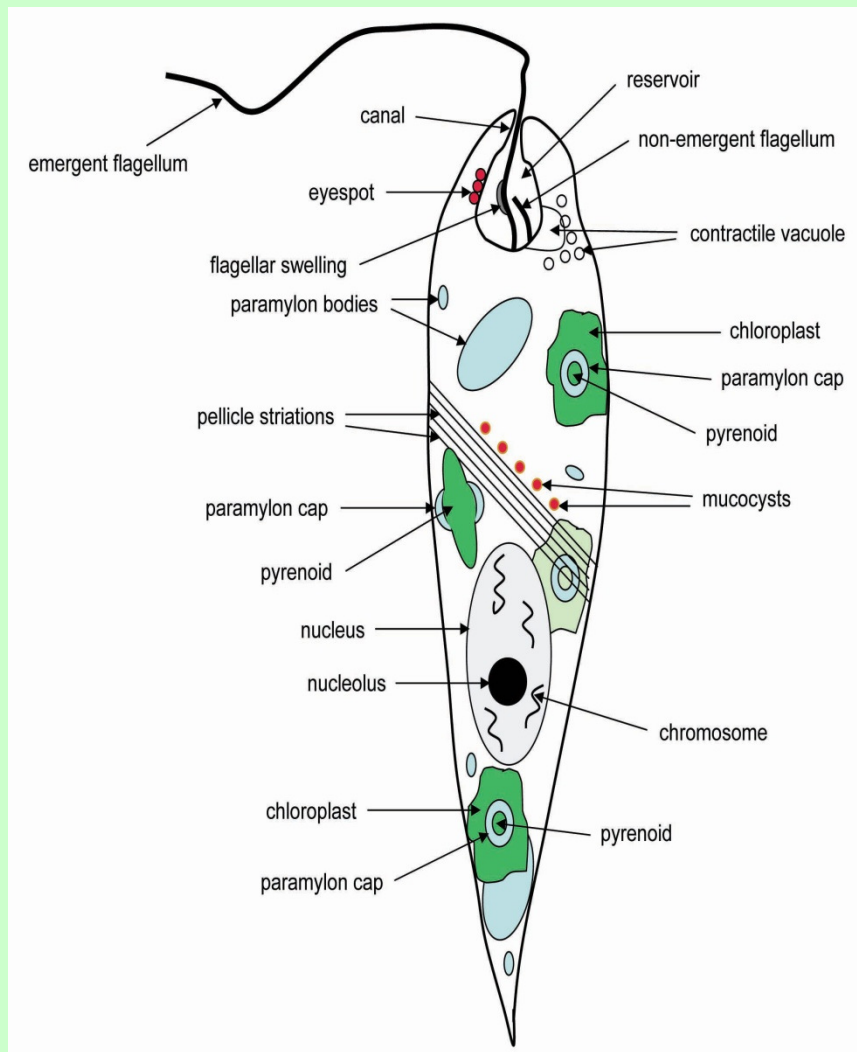
# Filo *Euglenophyta*

## Organização celular



- eucarioto
- inúmeros cloroplastos com pirenóide
- flagelos (2 flagelos, um emergente)
- película
- estigma
- vacúolo contrátil
- reservatório
- grãos de paramido





<http://www.fcps.edu/islandcreekes/ecology/euglena.htm>

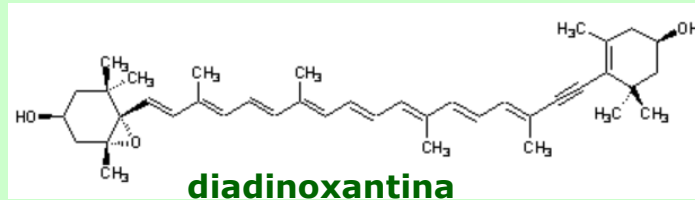
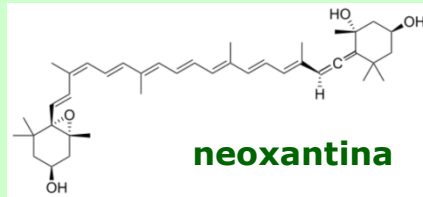


**diversidade:**

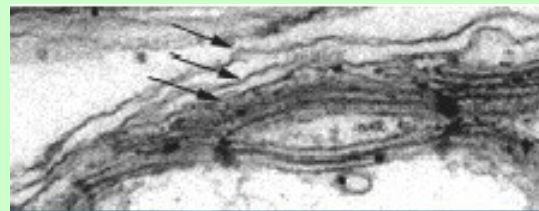
## Filo *Euglenophyta* características do cloroplasto

**pigmentos:**

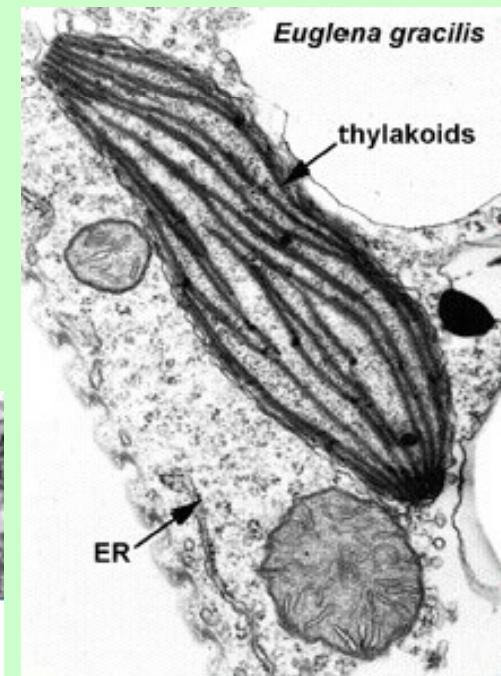
- **clorofila a e b**
- **carotenóides ( $\beta$ -caroteno, neoxantina, diadinoxantina)**



- **com pirenóide (alta concentração de rubisco)**
- **no. de membranas: 3**
- **nenhuma membrana conectada ao núcleo pelo retículo endoplasmático.**
- **provável origem da terceira membrana: membrana citoplasmática do eucarioto.**



**High magnification view of the chloroplast envelope showing the three surrounding membranes.**



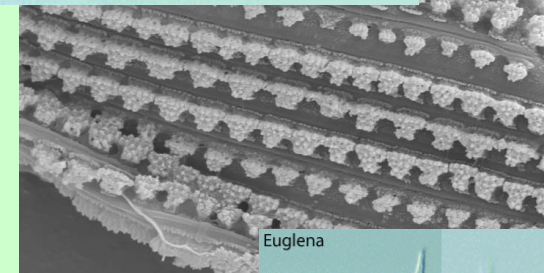
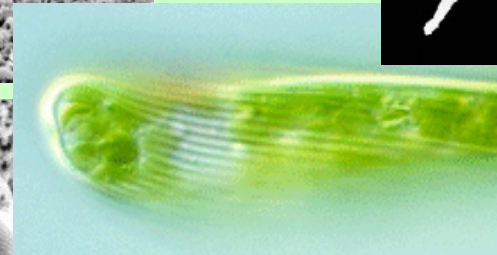
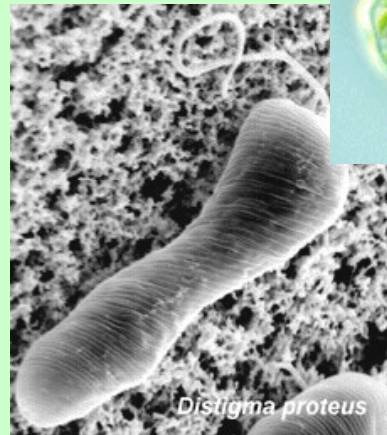
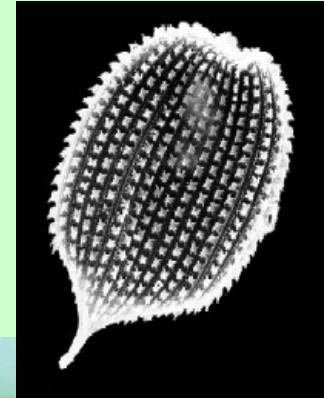
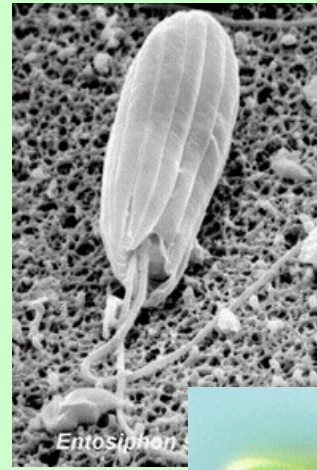
**Section through a euglenoid chloroplast. The thylakoids are stacked in groups of three.**

[http://euglena.msu.edu/chloroplast\\_mito.shtml](http://euglena.msu.edu/chloroplast_mito.shtml)

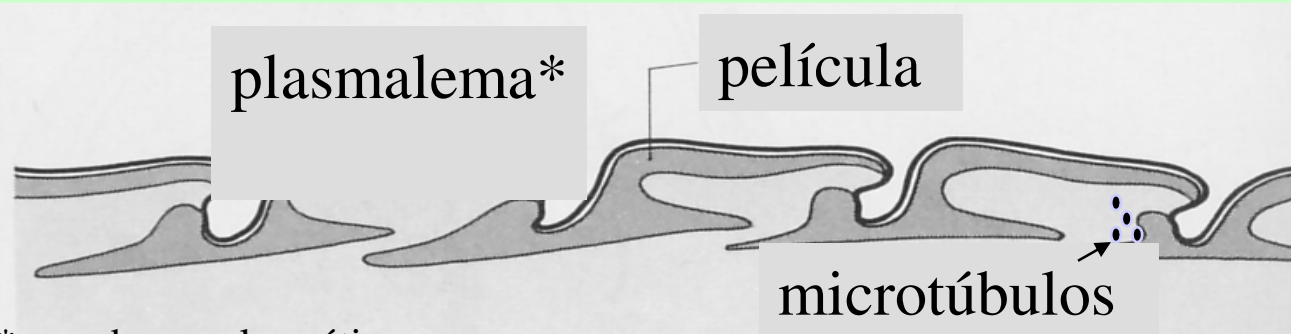
## Película:

- estrutura única em eucariotos.
- formada por proteínas (80%), lipídeos (10%) e carboidratos (10%).
- pode ser flexível ou não.

**membrana citoplasmática externa à pelícola!!**



Euglena



\* membrana plasmática



All after Entwisle et al. (1997)

**Paramylon** — Many shapes and sizes exist for these starch storing bodies (links, circles, ovals)

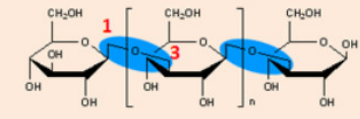


<http://euglena.msu.edu/Teachers/paramylon.htm>

### paramilo



Triplex

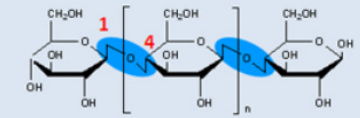


$\beta$ -1,3-glucan

### celulose



Sheet

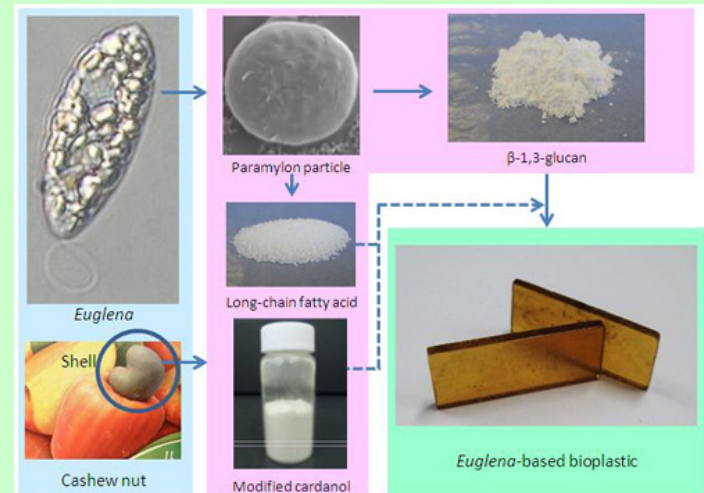


$\beta$ -1,4-glucan

<http://www.paramylon-arx.net/en/gl/elements.html>  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_e/latest\\_research/2013/20130228/20130228.html](http://www.aist.go.jp/aist_e/latest_research/2013/20130228/20130228.html)

### Usos:

#### •produção de bioplástico



#### •medicamentos

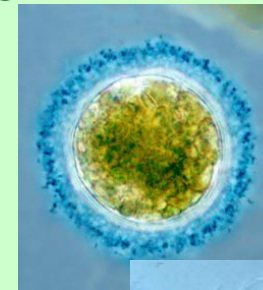
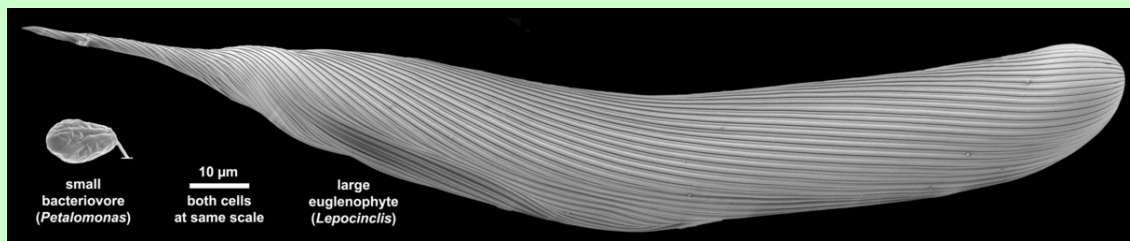
# Filo *Euglenophyta*

## Fisiologia

### Espécies fotossintetisantes:

- não são foto-autotróficas – necessitam de vitaminas
- sobrevivem no escuro absorvendo nutrientes.
- acumulam paramilo ou crisolaminarina.
- em condições desfavoráveis formam cistos

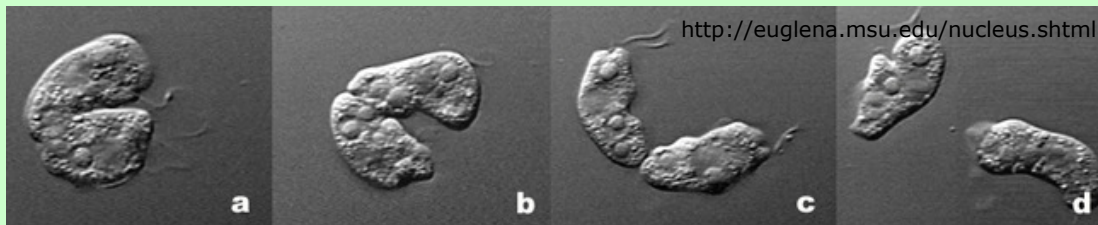
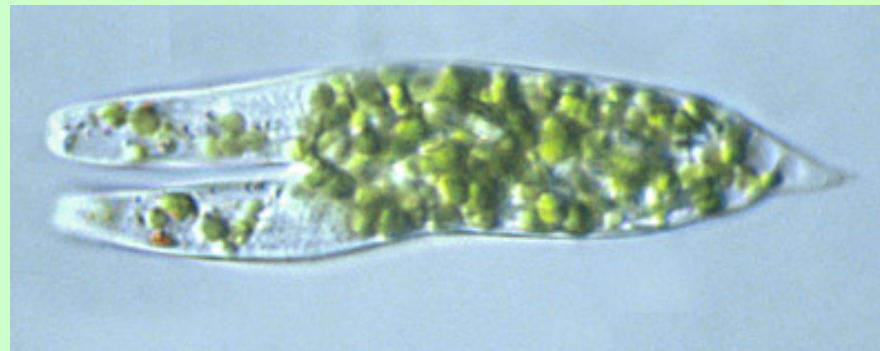
cisto



## Filo *Euglenophyta* reprodução

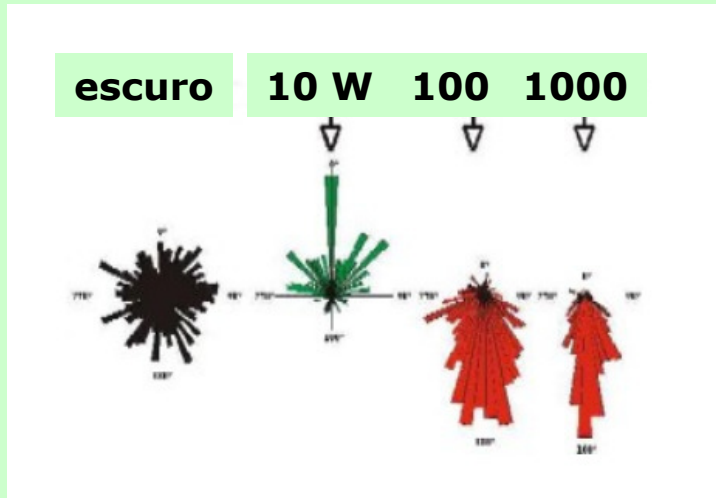
### Reprodução assexuada:

- divisão celular inicia-se após a mitose
- citocinese longitudinal
- partição igual de organelas
- células resultantes de tamanho idêntico



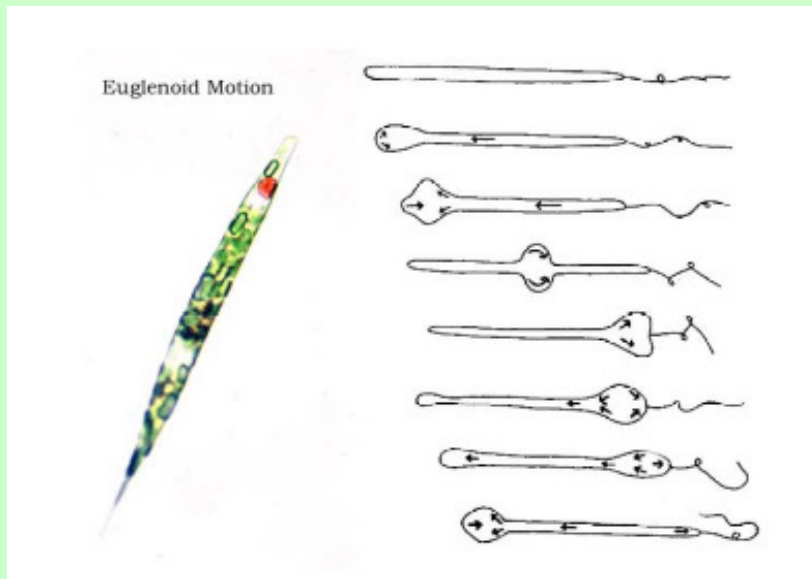
**reprodução  
sexuada  
desconhecida**

# Filo *Euglenophyta* movimento



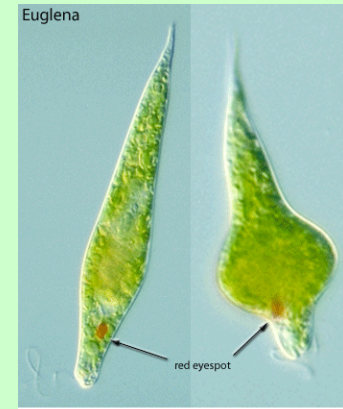
## Fototaxia

- guiada pelo estigma
- positiva a intensidades baixas de luz
- negativa a intensidades altas
- ritmo circadiano



## Movimento em superfície sólida

- deslizamento com mudança de forma
- ocorre somente em espécies com películas com sulcos diagonais



All after Entwistle et al. (1997)



## Sites interessantes:

<http://euglena.msu.edu/> - quase tudo sobre euglenas.

<http://www.molevol.de/publications/76.pdf> - tradução para o inglês do artigo de Mereschkowsky de 1905 propondo a teoria da endosimbiose. Espetáculo de clareza de pensamento e visão! Deve ser lido levando em consideração o ano em que foi escrito.

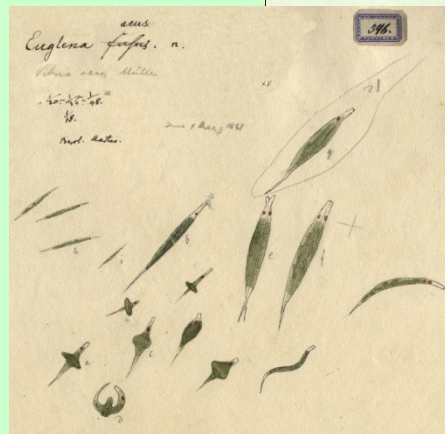
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Phytoplankton/page1.php> - site de NASA sobre fitoplâncton  
veja as euglenas também no "you tube"

## Leitura muito interessante:

Am. J. Bot. 2004, 91(10)1481

Endosymbiotic theories for eukaryote Origin.  
2015, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0330>

**inspiração  
para a aula  
prática:**



**Original Ehrenberg Drawings  
(Christian Gottfried Ehrenberg,  
1795-1876)  
(Museum für Naturkunde der  
Humboldt-Universität zu Berlin)**